

# MÉTODOS NO NORMALIZADOS PARA CARACTERIZACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS

## NON-NORMALIZED METHODS FOR THE CHARACTERIZATION OF ORGANIC FERTILIZERS

Guerrero-Peña, A.<sup>1\*</sup>; Córdova-Ballona, G.<sup>1</sup>; Carrillo-Ávila, E.<sup>2</sup>; Obrador-Olán, J.J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados. Periférico Carlos A. Molina s/n, km 3.5 Carret. Cárdenas-Huimanguillo. H. Cárdenas, Tabasco, México. CP 86500. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados. Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, municipio de Champotón, Campeche, México. CP 24450.

\*Autor de correspondencia: garmando@colpos.mx

### RESUMEN

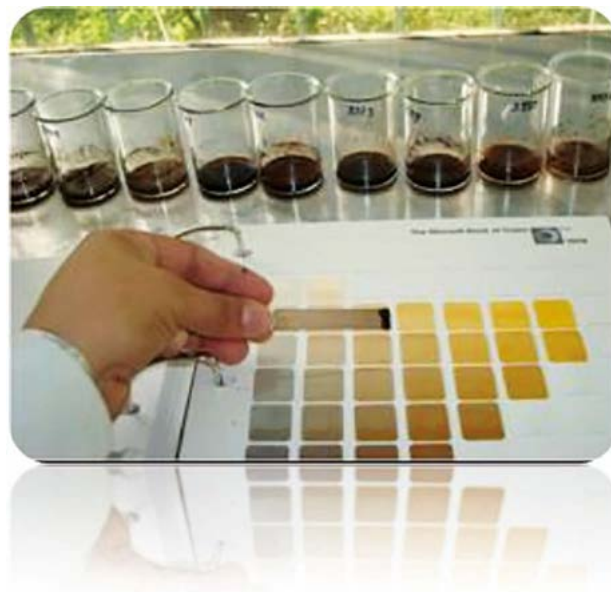
El uso de fertilizantes orgánicos es una alternativa en sistemas de producción agrícola para proveer nutrientes, y mejorar la fertilidad del suelo; y para aplicación adecuada de abonos orgánicos se requiere conocer sus características químicas, físicas y biológicas. Se evaluaron métodos de prueba para caracterizar y estimar el grado de madurez y composición de abonos orgánicos, no contemplados en la NMX-FF-109-SCFI-2007 (SEC, 2008). Los métodos de caracterización química incluyeron análisis del contenido total de fósforo y potasio por no ser considerados en la NMX-FF-109-SCFI-2007 para abonos orgánicos. La definición del material fibrico, hémico o sáprico, material parcialmente descompuesto y descompuesto, así como el color en pirofosfato, fueron indicadores del grado de humificación y madurez de los abonos orgánicos de diverso origen. Estas pruebas son rápidas, son de reducido uso de reactivos, baja manipulación de muestra y menor error analítico.

**Palabras clave:** Análisis químicos y físicos, humificación y madurez de abonos.

### ABSTRACT

The use of organic fertilizers is an alternative in agricultural production systems to provide nutrients and improve soil fertility, and for the adequate application of organic fertilizers there is a need to understand their chemical, physical and biological characteristics. Testing methods were evaluated to characterize and estimate the degree of maturity and composition of organic fertilizers, which are not contemplated in the NMX-FF-109-SCFI-2007 (SEC, 2008). The methods for chemical characterization included the analysis of total phosphorus and potassium content, because they are not considered in the NMX-FF-109-SCFI-2007 for organic fertilizers. The definition of the fibric, hemic or sapric material, partially decomposed and decomposed material, as well as the color in pyrophosphate, were indicators of the degree of humification and maturity of the organic fertilizers of diverse origins. These tests are quick, with reduced use of reagents, low sample manipulation, and lower analytical error.

**Keywords:** chemical and physical analysis, humification, and fertilizer maturity.



## INTRODUCCIÓN

El uso de fertilizantes orgánicos es una alternativa en todos los sistemas de producción agrícola, con fines de proveer nutrientes y mejorar la fertilidad de los suelos. Estos fertilizantes son producidos con materiales de origen animal o vegetal, y un gran número de materiales orgánicos que pueden ser utilizados como abonos. Sin embargo, para su aplicación adecuada, se requiere conocer características químicas, físicas y biológicas de los mismos; lo cual, es una actividad constante de acuerdo con las investigaciones que se han realizado, como por ejemplo, la caracterización de las vinazas (Parmaudeau *et al.*, 2008) y residuos urbanos digestados (Tampio *et al.*, 2016). Lo que conduce a sistemas de producción sustentables mediante la utilización de estrategias de fertilización más precisas, prácticas, oportunas y económicas. La Norma Mexicana (NMX-FF-109-SCFI-2007; SEC, 2008) "Humus de lombriz (lombricomposta)-especificaciones y métodos de prueba", establece las pruebas analíticas y las clasificaciones de los grados de calidad de la lombricomposta. Pero es necesario desarrollar métodos de pruebas más rápidos, con menor consumo de reactivos y tiempo y que sirvan para evaluar a las lombricompostas y los abonos orgánicos en general. Con base en lo anterior, se establecieron metodologías para caracterizar abonos orgánicos no contemplados en la NMX-FF-109-SCFI-2007 (SEC, 2008); con objeto de estimar el grado de madurez o estabilización, así como la composición de abonos y lombricompostas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras experimentales de los abonos orgánicos se obtuvieron en

instituciones de investigación y con productores locales (Cuadro 1) de los estados de Tabasco y Veracruz, México, y fueron secadas a la sombra a temperatura ambiente, molidas con rodillo de madera y tamizadas a través de una malla de 2 mm para realizar el análisis químico (Cuadro 2).

Posteriormente se realizó la caracterización con los métodos para cuantificar el material parcialmente descompuesto (MPD) y material fibrico (MF) mediante tamizado, esta propuesta fue establecida para la clasificación de suelos orgánicos por Kaurichev *et al.* (1984) (Cuadros 3, 4).

Esta técnica considera como material parcialmente descompuesto (MPD) aquel que pase el tamiz Núm. 100 (0.15 mm de abertura) y como material

**Cuadro 1.** Relación de abonos orgánicos y procedencia.

Tipo de abono	Procedencia
Vermicomposta	ECOSUR-Tabasco
Composta	CP-Tabasco
Vermicomposta	CP-Tabasco
Composta	Viveros Mirafuentes
Vermicomposta	SEDAFOP
Composta	INIFAP
Vermicomposta	IXOYE
Vermicomposta de residuos	CP- Córdoba
Residuos no volteados	
Residuos volteados	
Vermicomposta de residuos más estiércol	
Pollinaza	Huimanguillo, Tabasco
Cachaza	Ingenio Presidente Benito Juárez
Residuo de caña	CP-Tabasco

**Cuadro 2.** Caracterización química de los abonos orgánicos.

Determinación	Método
pH	Potenciometría (relación 1:4) (Kalra y Maynard, 1991).
CIC ( $\text{cmol}_+ \text{kg}^{-1}$ )	Acetato de amonio 1N pH7, en columna de lixiviación (Kalra y Maynard, 1991).
CO (%)	Combustión seca
N-total (%)	Micro-Kjeldahl (NOM-021-SEMARNAT-2000, SEMARNAT, 2000).
Contenido total de: P y K,	Digestión con $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$
P	Cuantificación mediante espectroscopia UV-Vis
K	Cuantificación mediante espectroscopia de absorción/emisión atómica

**Cuadro 3.** Determinaciones para caracterización física de muestras de abonos.

Determinación	Método
MPD <sup>§</sup> y MF <sup>§</sup> (%)	Separación por tamizado (Kaurichev <i>et al.</i> , 1984)
Color con pirofosfato	Soil Survey Staff (1975)
Fibra no frotada y fibra frotada (%)	Método de la jeringa (Soil Survey Staff, 1975)

<sup>§</sup>MPD=materia parcialmente descompuesta; <sup>§</sup>MF=materias fibricas.

**Cuadro 4.** Criterio usado para clasificación de suelos orgánicos (Mc Kinzie, 1974).

Horizonte orgánico	% de fibra		Color con pirofosfato (Munsell)
	FNF	FF	
Sáprico Oa	<33 +	<16	y 6/3,5/2,4/1,3/1,2/1 y los que estén a la derecha
Hémico Oe	33-66 +	>16 y <40	y los que estén fuera del intervalo de fibríco y sáprico
Fibríco Oi	>66 +	≥75 ó ≥40	Y 7/1,7/2,8/1,8/2,8/3,6/1

fibríco (MF), el que quede retenido; ambos materiales serán pesados para cuantificar su porcentaje del total en la muestra. Para la definición de MPD, o MF fue utilizado el criterio de Mc Kinzie (1974) (Cuadro 4).

Las Figuras 1, 2 y 3, muestran la secuencia para cuantificar la fibra no frotada, fibra frotada material parcialmente descompuesto y material fibríco.

El sobrenadante se utilizó para la cuantificación de fibra frotada (Figura 2), y siguió la misma secuencia de la Figura 1, con la variante de que se frota.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 5 presenta los valores de las propiedades medidas de los abonos orgánicos. Los valores de pH cumplieron con la NMX-FF-109-SCFI-2007 (SEC, 2008) y son similares a los reportados por Labrador (2001) para compostas de gallinaza, oveja, ternera, vaca y conejo; los



**Figura 1.** Secuencia en la determinación de fibra no frotada: a) llenar la media jeringa con el abono humedecido, b) lavar con una corriente de agua sin frotar y c) cuantificar la fibra no frotada.

**Figura 2.** Secuencia para determinación de fibra frotada: a) transferir el residuo de la fibra no frotada al tamiz, b) Lavar bajo corriente frotando el abono y c) cuantificar la fibra frotada.



**Figura 3.** Secuencia para cuantificar el material parcialmente descompuesto y material fibríco: a) pesar una porción de abono orgánico, b) tamizar y c) pesar lo que quedó retenido en el tamiz.

**Cuadro 5** Propiedades químicas de los abonos estudiados.

Número	pH H <sub>2</sub> O Rel. 1:4	CO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CIC cmol(+) kg <sup>-1</sup>
		%		g kg <sup>-1</sup>		
1	8.2	21.8	8.7	35.92	13.52	36.9
2	6.7	31.1	17.4	27.62	12.41	61.8
3	7.3	9.7	4.3	21.30	11.27	19.4
4	6.9	19.1	7.8	72.33	11.37	33.9
5	7.1	10.7	3.4	6.19	12.89	27.9
6	6.9	29.6	16.5	27.87	13.27	61.8
7	5.7	32.2	17.4	8.55	11.83	67.3
8	7.6	24.3	14.8	34.43	12.65	38.9
9	6.5	26.7	12.2	15.73	3.58	42.9
10	6.7	34.1	12.2	8.24	1.89	36.9
11	7.4	25.6	11.3	10.53	2.04	29.9
12	6.3	26.5	12.2	17.96	3.96	35.9
13	8.4	32.2	11.3	14.43	15.83	23.9
14	8.2	48.5	35.8	4.49	32.86	27.9
15	NSD <sup>§</sup>	55.4	3.4	4.64	21.82	NSD <sup>§</sup>

<sup>§</sup>NSD. No se determinó.

cuales se encuentra en el intervalo de 6.8 (neutro) a 8.17 (ligeramente básico).

Los valores de CO en los abonos de esta investigación se encuentran en el intervalo normal reportado por Ulle *et al.* (2004) y son similares a los obtenidos por Ferruzzi (1986), Vogtmann *et al.* (1993), Martínez (1996), Labrador (2001), Bollo (1999). En general, los datos de N de los abonos evaluados fueron similares a los reportados por Labrador (2001) y Mathues *et al.* (2007) para estiércol gallinaza, oveja, ternera, vaca, conejo y excrementos de gallina y paloma. La relación C/N en los diferentes abonos orgánicos fue en promedio 31.26. Los valores más altos correspondieron al residuo de caña (158), y acuerdo con lo reportado en la literatura este material presentará inmovilización del nitrógeno potencialmente mineralizable. El valor más bajo de la relación correspondió a la pollinaza (13.5). Los valores de la relación C/N de esta investigación fueron superiores tres veces a los valores reportados por Salas y Ramírez (2001), siendo comparables únicamente a muestras de estiércol reportados por Labrador (2001). En este trabajo se propuso el análisis de P y K, total; los cuales no fueron considerados en la norma NMX-FF-109-SCFI-2007 (SEC, 2008). Su cuantificación da agregación de valor a los abonos al momento de su etiquetado, ya que representa mejor la concentración de los elementos. La norma solo considera el análisis de la fracción intercambiable del K, la cual es muy baja y no representa el total del K en el abono. Las concen-

traciones más bajas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fueron similares al valor reportado por León-Nájera *et al.* (2006) en cascarilla de cacao y composta, bokashi y lombricomposta estudiada por Cerrato *et al.* (2007). Mientras que las concentraciones más altas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fueron similares a las reportadas por Labrador (2001) en estiércol de gallinaza, oveja, ternera, vaca y conejo; y por Romero-Lima *et al.* (2000) para gallinaza y vermicomposta. El contenido promedio de K<sub>2</sub>O fue de 12.08 g kg<sup>-1</sup> ± 7.97 g kg<sup>-1</sup>, en un rango de 30.97 g kg<sup>-1</sup>; valores que son comparables a los reportados por Tisdale y Nelson (1996), y por Labrador (2001) para harina de pescado y tortas de algodón (*Gossypium* sp). Los valores más bajos resultaron similares a la concentración de K<sub>2</sub>O

reportados por Cerrato *et al.* (2007) en lombricomposta; mientras que concentraciones altas fueron similares a las registradas por Labrador (2001) en abonos de gallinaza, oveja, ternera vaca y conejo; y para cascarilla de cacao y estiércol estudiado por León-Nájera *et al.* (2006). Labrador (2001) presentó valores de CIC en turbas que superan hasta tres veces el valor promedio cuantificado en los abonos de esta investigación; además de que no todos cumplen con lo establecido en la NMX-FF-109-SCFI-2007 (DOF-2008).

#### Material parcialmente descompuesto y material fibrico.

Los datos de MPD y MF presentaron alta correlación negativa (-0.97), con dominancia del MF (79% de MF, en promedio). Con lo cual, los abonos orgánicos estudiados pueden ser clasificados como materiales fibrícos.

**Fibra no frotada y fibra frotada.** El criterio de Mc Kinzie (1974) establece que cuando el contenido de fibra es mayor a 66% se considera material fibríco. Los datos obtenidos en las 15 muestras de abonos orgánicos estuvieron en el intervalo de 70% a 90%; por lo que todas se clasificaron como material fibríco (Cuadro 6). Al residuo de caña no se le determinó fibra frotada y no frotada, ya que estos fueron recolectados después de cosecha y no habían iniciado su descomposición.

**Color en pirofosfato de sodio.** La determinación de color en la tabla Munsell es utilizada por la *Soil Survey*



**Cuadro 6** Propiedades físicas de los diferentes abonos orgánicos.

Identificación	MPD	MF	Fibra no frotada	Fibra frotada	Color con pirofosfato de sodio	
					Húmedo	Seco
Vermicomposta (ECOSUR)	36.5	63	86	68	10YR3/4	10YR7/4
Composta (ECOSUR)	16.9	83	90	56	10YR3/6	10YR6/4
Composta (CP-Tabasco)	18.2	81.8	76	30	10YR4/4	10YR6/4
Vermicomposta (CP-Tabasco)	18.8	81	84	8	10YR3/2	10YR6/4
Composta (Viveros Mirafuentes)	17.1	82.8	60	30	10YR5/4	10YR7/4
Vermicomposta (SEDAFOP)	11.5	88.4	90	52	10YR3/4	10YR5/4
Composta (INIFAP)	15.1	84.8	94	52	10YR3/6	10YR5/6
Vermicomposta (IXOYE)	18.6	81.4	94	70	10YR3/4	10YR5/4
Vermicomposta de residuos (CP-Córdoba)	18	82	80	50	10YR5/4	10YR6/4
Residuos no volteados (CP-Córdoba)	24.5	75	90	42	10YR5/4	10YR7/4
Residuos volteados (CP-Córdoba)	27.2	68	82	2	10YR6/4	10YR7/4
Vermicomposta de residuos + estiércol	31.6	72	90	10	10YR5/4	10YR6/4
Cachaza (Ingenio Benito Juárez)	13.9	86	94	50	10YR6/4	10YR8/2
Pollinaza	0	100	90	70	2.5Y8.5/4	.5Y8.5/2
Residuo de caña	0	0	0	0	2.5Y6/8	2.5Y9/2

Staff (1975) para la clasificación de los suelos. Para esta investigación el color en la tabla de Munsell fue usada para definir el grado de humificación de los abonos orgánicos. Para ello se utiliza el criterio de que a mayor humificación de los abonos tendrán un color más oscuro.

En la Figura 4 se muestra la determinación de color en pirofosfato de sodio de un abono orgánico, y los resultados son presentados en el Cuadro 6. Los materiales que se encuentran más maduros presentaron color en húmedo: 10YR3/4 y 10YR 6/4. En los

abonos más humificados, tuvieron los colores más oscuros 10YR 3/6 y 10YR 4/4, mientras que los menos

humificados (2.5Y 8.5/4 y 2.5Y6/8) fueron de color más claro; en estos últimos fue posible identificar los materiales con los cuales fueron elaborados.

Cuando se realizó la lectura en seco, los colores más claros fueron registrados en pollinaza y residuo de caña, atribuido a que estos abonos no han tenido un proceso de descomposición para lograr madurez. Estos colores claros son similares a los reportados por Labrador (2002) para turbas altas (pardo-rubio).



**Figuran 4.** Determinación del color con pirofosfato de sodio.

## CONCLUSIONES

Se estandarizan las posibles metodologías para caracterizar abonos orgánicos que no están considerados en la Norma Mexicana para lombricompostas. La caracterización química propuesta incluye el análisis del contenido total de P y K, los cuales no son considerados en la NMX-FF-109-SCFI-2007; y su uso en el etiquetado de los abonos favorece la agregación de valor. La definición del material fibrico, hémico o sáprico, material parcialmente descompuesto y descompuesto, así como el color en pirofosfatos, son indicadores del grado de humificación; y estas pruebas tienen la cualidad de ser rápidas, con poco uso de

reactivos y menor residuo de laboratorio, poca manipulación de muestra y por tanto menor error analítico. Las propuestas analíticas pueden utilizarse para estimar el grado de madurez de los abonos orgánicos de origen diverso.

## LITERATURA CITADA

- Bollo E. 1999. Lombricultura: una alternativa de reciclaje. Quito. Soboc Grafic. 149 p.
- Cerrato M.E; Leblanc H.A., Kameko C. 2007. Potencial de mineralización de nitrógeno de bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad de ARTH. *Tierra Tropical* 2: 183-197.
- Ferruzi C. 1986. Manual de lombricultura. Madrid. España. Mundi – Prensa. 138p.
- Kalra Y.P., Maynard D.G. 1991. Methods manual for forest soil and plant análisis. Information Report. NOR-X-319. Northwest Region, Canadá.
- Kaurichev I.S., Panov N.P.; Stratonovich M.V., Grechin I.P., Savich V.I., Ganzhara N.F., Mershin A.P. 1984. Prácticas de edafología. Traducción al español: Esther Vicente. De la versión 1980. Edit. MIR. Moscú, URSS.
- Labrador M.J. 2001. La materia orgánica en los agrosistemas. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. 293 pp.
- León-Nájera J.A., Gómez-Álvarez R., Hernández-Daumás S., Álvarez-Solis J.D., Palma-López D.J. 2006. Mineralización en suelos con incorporación de residuos orgánicos en los altos de Chiapas, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 22(2):163-174.
- Martínez C. 1996. Potencial de lombricultura: elementos básicos para su desarrollo. A. Carballo, S. Bravo (eds). Texcoco, MX. 140p.
- Mc Kinzie W.E. 1974. Criteria Used in Soil Taxonomy to Classify Organic Soils *In: Histosols, their characteristics, classification, and use.* A. R. Aandahl, Ch.; S. W. Buol, D. E. Hill y H.H. Bailey. (ed) No. 6. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, U. S.A.
- Romero-Lima M.R., Trinidad-Santos A., García-Espinoza R., Ferrera-Cerrato R. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelos con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia* 34:361-269.
- Salas E., Ramírez C. 2001. Bioensayo microbiano para estimar los nutrimentos disponibles en los abonos orgánicos: calibración en el campo. *Agronomía Costarricense* 25(2):11-23.
- SEC. 2008. Norma Mexicana NMX-FF-109-SCFI-2007;) "Humus de lombriz (lombricomposta) - especificaciones y métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., a 26 de mayo de 2008, México.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación, 31 de diciembre de 2002. México.
- Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy, a Basic system for making and interpreting soil survey. Agriculture Handbook No. 436 USDA. Washington, D. C. USA.
- Tampio E., Salo T., Rintala J. 2016. Agronomic characteristics of five diferente urban waste digestates. *Journal of Environmental Management* 169:293-302.
- Tisdale S.L., Nelson W.L. 1996. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 1a. Edición en Español. UTEHA, D.F. México. 760p.
- Ulle J., Fernández F., Rendina A. 2004. Evaluación analítica del vermicompost de estiércoles y residuos de cereales y su efecto como fertilizante orgánico en el cultivo de lechugas mantecosas. *Horticultura Brasileira* 22 (2):434.
- Vogtmann H., Fricke K., Turk T. 1993. Quality, physical characteristics nutrient content, heavy metals and organic chemicals in biogenic waste compost. *Compost Science Utilization* 1(4):69-87.

